

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-074493

(43)Date of publication of application : 16.03.1999

(51)Int.Cl.

H01L 27/12

H01L 21/66

(21)Application number : 09-234369

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 29.08.1997

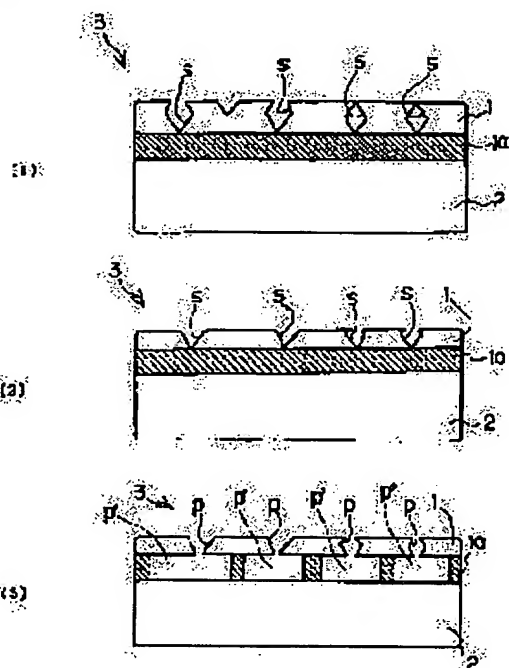
(72)Inventor : IKEDA YASUNOBU  
TOMITA SHINICHI

## (54) INSPECTING METHOD FOR DEFECT OF SOI WAFER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a defect estimating method wherein very fine defects on an SOI wafer can be inspected easily by a usual inspecting apparatus for the surface of a wafer.

**SOLUTION:** As an inspecting method for defects S on an SOI wafer 3, the SOI wafer 3 is cleaned by an alkali-based cleaning liquid to make 0.1  $\mu\text{m}$  the film thickness of the SOI layer of its surface. Thereafter, the SOI wafer 3 is dipped in a hydrofluoric acid solution to generate very fine etching pits caused by the defects S on the SOI layer. Then, these very fine etching pits are dipped into the foregoing hydrofluoric acid solution as they are to increase their etching pits sizes to measure thereafter their defect density.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-74493

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月16日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 27/12  
21/66

識別記号

F I

H 0 1 L 27/12  
21/66

T  
L

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-234369

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月29日

(71) 出願人 000205351

住友シチックス株式会社  
兵庫県尼崎市東浜町1番地

(72) 発明者 池田 安伸

佐賀県杵島郡江北町大字上小田2201番地  
住友シチックス株式会社内

(72) 発明者 富田 真一

佐賀県杵島郡江北町大字上小田2201番地  
住友シチックス株式会社内

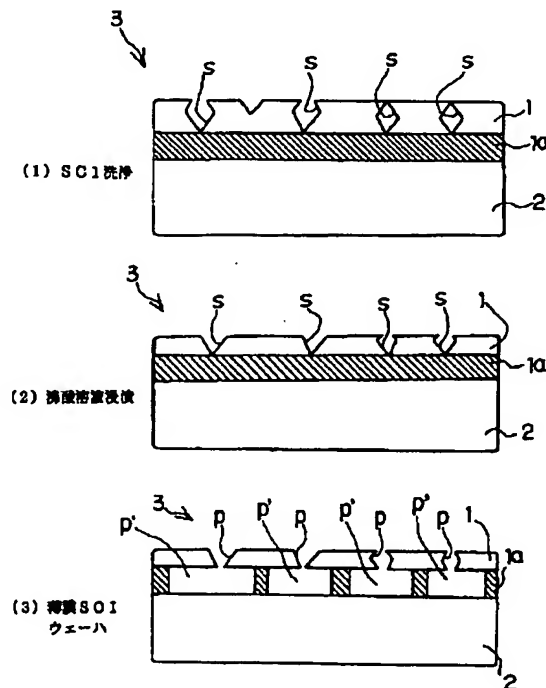
(74) 代理人 弁理士 森 正澄

(54) 【発明の名称】 SOIウエーハの欠陥検査方法

(57) 【要約】

【目的】 SOIウエーハに存在する微小欠陥を容易に通常のウエーハ表面検査装置によって検査することのできる欠陥評価方法を提供すること。

【構成】 SOIウエーハに存在する欠陥の検査方法であって、SOIウエーハをアルカリ系洗浄液にて洗浄し、表面のSOI層を0.1  $\mu$ mの膜厚とした後、前記SOIウエーハをフッ酸溶液に浸漬して、SOI層に存在する欠陥による微小エッチピットを発生させ、そのまま前記微小エッチピットを前記フッ酸溶液に浸漬してエッチピットサイズを拡大した後、欠陥密度の測定を行う構成のSOIウエーハの欠陥検査方法である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 SOIウエーハに存在する欠陥の検査方法であって、

SOIウエーハをアルカリ系洗浄液にて洗浄し、SOI層を0.1 $\mu$ m以下の膜厚にするとともに、SOI層に微小エッチピットを発生させ、

前記SOIウエーハをフッ酸溶液に浸漬して、前記微小エッチピット直下の埋め込み酸化膜を除去した後、欠陥密度の測定を行うことを特徴とするSOIウエーハの欠陥検査方法。

【請求項2】 レーザー光を用いたウエーハ表面検査装置により、前記欠陥密度を測定することを特徴とする前記請求項1記載のSOIウエーハの欠陥検査方法。

【請求項3】 SOIウエーハに存在する欠陥の検査方法であって、

SOIウエーハをアルカリ系洗浄液にて洗浄し、SOI層を0.1 $\mu$ m以下の膜厚にするとともに、SOI層に微小エッチピットを発生させ、

前記SOIウエーハをフッ酸溶液に浸漬して、前記微量エッチピット直下の埋め込み酸化膜を除去した後、電子顕微鏡或は原子間顕微鏡により欠陥形状の観察を行うことを特徴とするSOIウエーハの欠陥検査方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、SOIウエーハの表面のSOI層近傍に存在する欠陥の検査方法に関し、特に、微小な欠陥を評価するSOIウエーハの欠陥評価方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】CZ法により形成された半導体結晶には、結晶成長プロセス中に欠陥が取り込まれ、この欠陥はGrown-in欠陥と呼ばれている。なかでも結晶成長過程で導入された原子空孔（Si原子が欠落した結晶格子点）が冷却過程で集合もしくは成長してできた0.1 $\mu$ m～0.3 $\mu$ m前後の大きさの微小な結晶空洞の欠陥の存在が確認されており、この微小欠陥は一般にCOP（Crystal Originated Particle）と呼ばれている。

【0003】ウエーハをアルカリ溶液等に浸漬すると、COP欠陥によってエッチピットが発生し、このエッチピットをレーザー光等の評価装置を用いて検査することにより、COP欠陥の評価を行うことができる。従来において、COP等の微小欠陥は、半導体ウエーハにレーザー光を照射し、これら結晶欠陥によるレーザー光の散乱を検出して、結晶表面の評価を行うレーザー分光システムを用いた方法が知られている。前述したGrown-in欠陥は、レーザー分光システムを用いてその存在位置を確認できるLSTD（Laser Scattering Tomography Defect）の主要なものとして位置付けられている。

【0004】また、その他の欠陥の測定方法として走査

型電子顕微鏡（Scanning Electron Microscope：SEM）を用いた測定方法や、透過型電子顕微鏡（Transmission Electron Microscope：TEM）を用いた測定方法が知られている。

【0005】近年において、MOSメモリの高集積化に伴ってLSIの微細化が進み、今後64/256メガビットのDRAMを形成するために薄膜SOIウエーハの需要は増大すると予測される。更に、集積度を高めた1ギガビットのDRAMの需要要求が高まるようになる

と、DRAMの集積度を向上するために、0.2 $\mu$ m以下の薄膜SOI層を有する薄膜SOIウエーハの需要が増大すると予測される。

【0006】このため、薄膜SOIウエーハに存在する欠陥の評価をするため、簡易な方法で、高い精度の欠陥評価技術が要求される。

## 【0007】

【発明が解決しようとした課題】しかし、前述したような薄いSOI層を有する薄膜SOIウエーハに存在するCOPは、通常のパルクウエーハに存在するCOPと異なりその検査が困難である。すなわち、通常のレーザー光を用いた装置により検査を行うと、薄いSOI層及びSOI層と支持基板の間に介在する埋め込み酸化膜の膜界面によって散乱ノイズが発生し、直径0.2 $\mu$ m以下のCOPの検査が非常に困難となるためである。また、その他に走査型電子顕微鏡（SEM）、透過型電子顕微鏡（TEM）等の装置を用いた場合も、COP欠陥が非常に微小であるため、その検査が困難であった。

【0008】一方、薄いSOI層を有するSOI基板の欠陥評価方法として、ウエーハにセコエッチング（フッ酸と重クロム酸カリウムを含むエッチング液を用いてエッチングする方法）を施して、微小欠陥によるエッチピットを発生させ、更に、前記エッチピットを測定可能な大きさに拡大し、その後、表面SOI層を除去して欠陥の評価を行う方法が提案されている（J. Electrochem. soc., Vol. 140, No. 6, June 1993, 1713-1716）。

【0009】しかし、この方法は、転位欠陥の評価が主であり、COPの評価には適していない。すなわち、COPの評価にこの方法を適用すると、セコエッチングはシリコンを選択的にエッチングする作用があるため、SOI層中のCOP欠陥部とともに、転位欠陥部もエッチピットとして発生させてしまうので、二次的に拡大形成させたエッチピット部を評価しても、このエッチピット転位欠陥によるものか、COP欠陥によるものなのか区別がつかず、正確なCOP欠陥の密度測定を行うことができない。

【0010】また、エッチング液に含まれるクロム等の金属パーティクルがSOIウエーハ表面に付着し、SOIウエーハが汚染されてしまう虞れがあり、そのため、この方法では表面SOI層および埋め込み酸化膜層を除

去することが必要となり結晶評価が煩雑になるという問題がある。しかも、表面のSOI層を除去して評価を行うため、COP欠陥の外観形状を観察できないという不都合も生じることになる。

【0011】そこで、本発明は前記問題点に鑑みて、SOIウエーハに存在するCOP欠陥を、通常のウエーハ表面欠陥評価装置を用いて容易に評価を行うことができ、また、COP欠陥の外観形状も評価することの可能なSOIウエーハの欠陥検査方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本願第1請求項に記載した発明は、SOIウエーハに存在する欠陥の検査方法であって、SOIウエーハをアルカリ系洗浄液にて洗浄し、SOI層を0.1  $\mu\text{m}$ 以下の膜厚にするとともに、SOI層に微小エッチピットを発生させ、前記SOIウエーハをフッ酸溶液に浸漬して、前記微小エッチピット直下の埋め込み酸化膜を除去した後、欠陥密度の測定を行う構成のSOIウエーハの欠陥検査方法である。

【0013】本発明によれば、SOIウエーハをアルカリ系洗浄液で洗浄処理するため、SOI層中の転位欠陥をエッチングする作用はなく、COP欠陥のみをエッチピットとして発生させることができ、0.1  $\mu\text{m}$ 以下の厚さになるまでSOI層表面を洗浄することにより、SOI層中に介在するCOPがSOIウエーハ表面に露出し、COPが微小なエッチピットとして顕在化することとなる。その後、前記SOIウエーハをフッ酸溶液に浸漬すると、前記エッチピットを通じてフッ酸溶液がSOIウエーハの埋め込み酸化膜層に浸透し、エッチピット直下の埋め込み酸化膜が部分的にエッチング除去され、前記微小エッチピットそれぞれに対応した二次的エッチピットが酸化膜層に形成され、この二次的エッチピットが、通常のウエーハ表面欠陥評価装置にて容易に測定することができるようになる。

【0014】このように、非常に微小なCOP欠陥であっても、フッ酸浸漬処理時に意図的に二次的エッチピットを拡大させることにより、通常の表面欠陥装置を用いて拡大エッチピットを認識することができ、COP欠陥密度の測定を行うことができる。

【0015】本願第2請求項に記載した発明は、前記請求項1記載の発明において、レーザー光を用いたウエーハ表面検査装置により、前記欠陥密度を測定する構成のSOIウエーハの欠陥検査方法である。

【0016】前述した酸化膜層中に二次的に発生させたエッチピットは通常のウエーハ表面欠陥評価装置にて容易に測定することができる。すなわち、表面SOI層が前記洗浄処理により0.1  $\mu\text{m}$ 以下の膜厚まで薄膜化されるとともに、微小エッチピット直下の埋め込み酸化膜が部分的に除去されているため、酸化膜層に形成された二次的エッチピットの錯乱強度が強くなり、SOI層と

埋め込み酸化膜層との膜界面で発生する錯乱光ノイズの影響に左右されなくなるため、レーザー光を用いた欠陥評価装置によってCOP欠陥の密度測定を行うことが可能となる。

【0017】本願第3請求項に記載した発明は、SOIウエーハに存在する欠陥の検査方法であって、SOIウエーハをアルカリ系洗浄液にて洗浄し、SOI層を0.1  $\mu\text{m}$ 以下の膜厚にするとともに、SOI層に微小エッチピットを発生させ、前記SOIウエーハをフッ酸溶液に浸漬して、前記微量エッチピット直下の埋め込み酸化膜を除去した後、電子顕微鏡あるいは原子間顕微鏡により欠陥形状を観察する構成のSOIウエーハの欠陥検査方法である。

【0018】このように、本発明によれば、従来のように表面SOI層の削除を行うことなく、COP欠陥の評価を可能としたため、走査型電子顕微鏡(SEM)、透過型電子顕微鏡(TEM)等の電子顕微鏡、あるいは、原子間顕微鏡(Atomic forcemicroscope: AFM)を用いて、COP欠陥の外観形状を観測することができ、評価技術の向上を図ることができる。

【0019】尚、本発明は、表面SOI層をアルカリ系洗浄液で洗浄処理するので、基板表面の有機物等を除去する作用も兼ね備えている。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。

【0021】図1は、本発明のSOIウエーハの欠陥検査方法の手順を示すフローチャートである。図1(a)は、通常のパルクウエーハを対象として評価を行った場合の評価方法を示すフローチャートであり、図1(b)は、SOIウエーハを対象として評価を行った場合の評価方法を示すフローチャートである。

【0022】先ず、通常のパルクウエーハを任意に選択し、SC1洗浄( $\text{NH}_4\text{OH}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 液のアルカリ溶液によるエッチング洗浄)を複数回、本例においては、5回の洗浄(80℃、10分)を行い、パルクウエーハ中のCOP欠陥によるエッチピットを発生させる。

【0023】エッチピットを発生させた前記パルクウエーハをレーザー光を用いた欠陥検査装置を用いて、粒径0.1  $\mu\text{m}$ ～0.2  $\mu\text{m}$ の大きさの微小エッチピットのエッチピット密度を測定する。そして、エッチピット密度として差のあったパルクウエーハを任意に選択する。

【0024】次に、前記選択したパルクウエーハと同じロットのパルクウエーハを取り出し、薄膜SOIウエーハを形成する。

【0025】前記パルクウエーハは、従来の接着法により、例えば図2(1)～(5)に示すような順序でSOI基板に形成される。

【0026】すなわち、まず、図2(1)に示したように、前記パルクウエーハ1をSOI層を形成する第1の

半導体ウエーハとし、他のウエーハ2を支持側の第2の半導体ウエーハとする。ここでsは、バルクウエーハ1中に存在するCOP欠陥である。

【0027】次に、図2(2)に示すように、第1の半導体ウエーハA1の表面に誘導体層となる酸化膜1aを形成する。その後、第1の半導体ウエーハ1と第2の半導体ウエーハ2の双方の接着表面の洗浄処理を行い、図2(3)に示すように、前記半導体ウエーハ1, 2を室温で密着し、温度800℃以上で熱処理することにより接着強度を増す。そして、図2(4)に示すように、貼り合わせられたウエーハ1, 2の周辺部に生じている未接着部分を研削する。その後、図2(5)に示すように第1の半導体ウエーハ1の表面を研削して薄膜化し、SOIウエーハ3を製造する。

【0028】図3(1)～(3)は、COP欠陥評価を行うための処理が施されたSOIウエーハ3の状態を示す断面図である。

【0029】先ず、前記SOIウエーハ3に、SC1洗浄(NH<sub>4</sub>OH、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O液のアルカリ溶液によるエッチング洗浄)を5回(80℃、10分)施し、SOIウエーハ3の表面SOI層を0.1μm以下の膜厚にした。

【0030】図3(2)に示すように、このとき、SOI層中に内在していたCOP欠陥s、sがSOI層表面に露出し、エッチピットp、pが発生する。

【0031】その後、図3(3)に示すように、前記SOIウエーハ3を25%濃度のフッ酸溶液に4分間浸漬させると、フッ酸溶液がエッチピットpを通じて埋め込み酸化膜1aまで浸透し、エッチピットp、p周辺の埋め込み酸化膜1aが部分的にエッチング除去され、粒径4μm程度の大きさの円状ピットp'、p'が酸化膜1a中に形成される。

【0032】前記処理が施されたSOIウエーハ3を通常のレーザー光を用いた表面欠陥評価装置で検査すると、前記円状ピットp'、p'部では、SOI層と埋め込み酸化膜層1aの界面で生じる光の錯乱ノイズに左右されないレベルの強い散乱強度が得られるため、この円状ピットp'、p'を容易に認識測定することが可能となる。

【0033】このように、従来においては、通常のウエーハ表面検査方法ではSOI層中の直径0.2μm以下のCOP欠陥の検査が困難であったのに対し、本発明ではSOIウエーハ3をアルカリ洗浄液にてSOI層を0.1μm以下とし、フッ酸溶液中に浸漬処理することによって、COP直下の埋め込み酸化膜1aがエッチング除去された円状ピットp'、p'を酸化膜層1a中に形成させることにより、通常のウエーハ表面欠陥評価装置を用いて欠陥評価を行うことが可能となる。

【0034】また、本発明ではSOI層を削除しないので、走査型電子顕微鏡(SEM)、透過型電子顕微鏡

(TEM)或は原子間顕微鏡(AFM)などの顕微鏡装置を用いてCOP欠陥の外観形状を観測することができる。

【0035】次に、本例の方法を用いてSOIウエーハの評価を行った結果を示す。

【0036】図4は、前記バルクウエーハA、B、C及び薄膜SOIウエーハA'、B'、C'をレーザー分光システムを用いて検査を行った検査結果を示す図である。

【0037】バルクウエーハAは、CZ法によって得られたインゴットから形成されたウエーハであり、A'は前記バルクウエーハAと同ロットのバルクウエーハから形成された薄膜SOIウエーハである。また、Bは、アニール処理されたバルクウエーハであり、B'は、Bと同ロットのバルクウエーハから形成された薄膜SOIウエーハにアニール処理を施したものである。また、Cは、水素アニール処理されたバルクウエーハであり、C'は、Cと同ロットのバルクウエーハから形成された薄膜SOIウエーハに水素アニール処理を施したものである。

【0038】図4に示すように、各バルクウエーハA、B、Cと、前記各バルクウエーハと同処理が施された各薄膜SOIウエーハA'、B'、C'のエッチピット密度は、ほぼ同値を示しており、これは、前記バルクウエーハA、B、Cから形成されたSOIウエーハにおいても、バルクウエーハと同様にCOP欠陥の評価を行うことができることが確認できた。

【0039】このように本例の方法によれば、通常のレーザー光を用いたウエーハ表面欠陥装置を用いて、薄膜SOIウエーハに存在するCOP欠陥の評価を確実に行うことができ、また、アニール処理等の各処理が施されても、COP欠陥の評価を行うことができることが確認できた。

【0040】また、図5は、光学顕微鏡によって前記薄膜SOIウエーハA'、B'、C'に存在する円状ピットの一つを観察した図を示し、図6は、前記円状ピットを原子間顕微鏡(AFM)によって観察した図を示す。

【0041】図5に示すように、前記SOIウエーハA'、B'、C'に存在するエッチピットを光学顕微鏡によって観察すると、中心に微小エッチピットpが存在し、前記エッチピットpの下層である酸化膜1aの周辺部位がエッチングされて、拡大された円状のエッチピットp'が形成されていることが確認できる。

【0042】また、図6に示すように、前述した円状のエッチピットを原子間顕微鏡(AFM)で観察すると、空洞形状のCOP欠陥の外観形状をはっきり確認することができ、欠陥評価を行う上で有益な結果を得ることができる。

【0043】本例においては、25%濃度のフッ酸溶液に4分間、SOIウエーハを浸漬して、円状エッチピット

10

20

30

40

50

トを形成したが、浸漬時間又は浸漬液の濃度を变化させることにより、エッチピットの形状を变化させることができ、種々の評価装置に応じたウエーハ表面欠陥評価を可能とする。

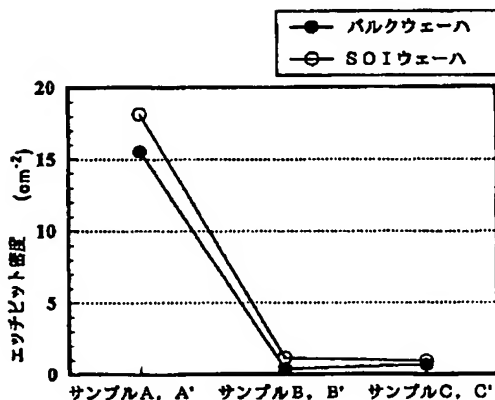
#### 【0044】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の方法によれば、SOIウエーハをアルカリ系洗浄液で洗浄処理するため、SOI層中の転位欠陥をエッチングする作用はなく、COP欠陥のみをエッチピットとして発生させることができ、0.1  $\mu\text{m}$ 以下の厚さになるまでSOI層表面を洗浄することにより、SOI層中に介在するCOP欠陥がSOIウエーハ表面に露出し、COPが微小なエッチピットとして顕在化する。その後、前記SOIウエーハをフッ酸溶液に浸漬すると、前記エッチピットを通じてフッ酸溶液がSOIウエーハの埋め込み酸化膜層に浸透し、エッチピット直下の埋め込み酸化膜が部分的にエッチング除去され、前記微小エッチピットそれぞれに対応した二次的エッチピットが酸化膜層に形成される。

【0045】この酸化膜層中に二次的に発生させたエッチピットは、通常ウエーハ表面欠陥評価装置にて容易に測定することができる。すなわち、表面SOI層が洗浄処理により0.1  $\mu\text{m}$ 以下の膜厚まで薄膜化され、しかも、微小エッチピット直下の埋め込み酸化膜が部分的に除去されているため、二次的にエッチピットでの散乱強度は強く、SOI層と埋め込み酸化膜層との膜界面で発生する散乱光ノイズの影響に左右されないため、レーザー光を用いた欠陥評価装置によってCOP欠陥の密度測定を行うことが可能となる。

【0046】本発明の方法によれば、従来において評価が困難であったSOIウエーハに存在する0.2  $\mu\text{m}$ 以下のCOP欠陥を、通常ウエーハ表面欠陥評価装置を

【図4】



用いて、容易に検査することができ、しかも、従来のようにSOI層を除去することなく、欠陥検査を可能としているため、欠陥の外観形状を観察することも可能となり、欠陥評価技術の向上を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るSOIウエーハの欠陥評価方法を示すフローチャートである。

【図2】本発明に係り、SOIウエーハの製造方法を示す断面図である。

【図3】本発明に係り、SOIウエーハの状態を示す断面図である。

【図4】試験結果を示し、各バルクウエーハと各SOIウエーハのエッチピット密度を測定した結果を示す図である。

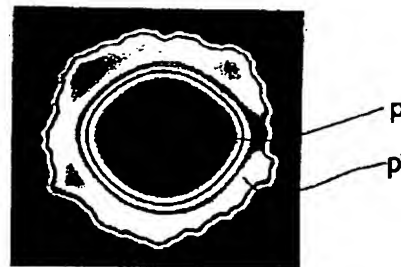
【図5】試験結果を示し、SOIウエーハに存在する円状エッチピットを光学顕微鏡にて観察した図である。

【図6】試験結果を示し、SOIウエーハに存在するエッチピットの外観形状をAFMにて観察した図である。

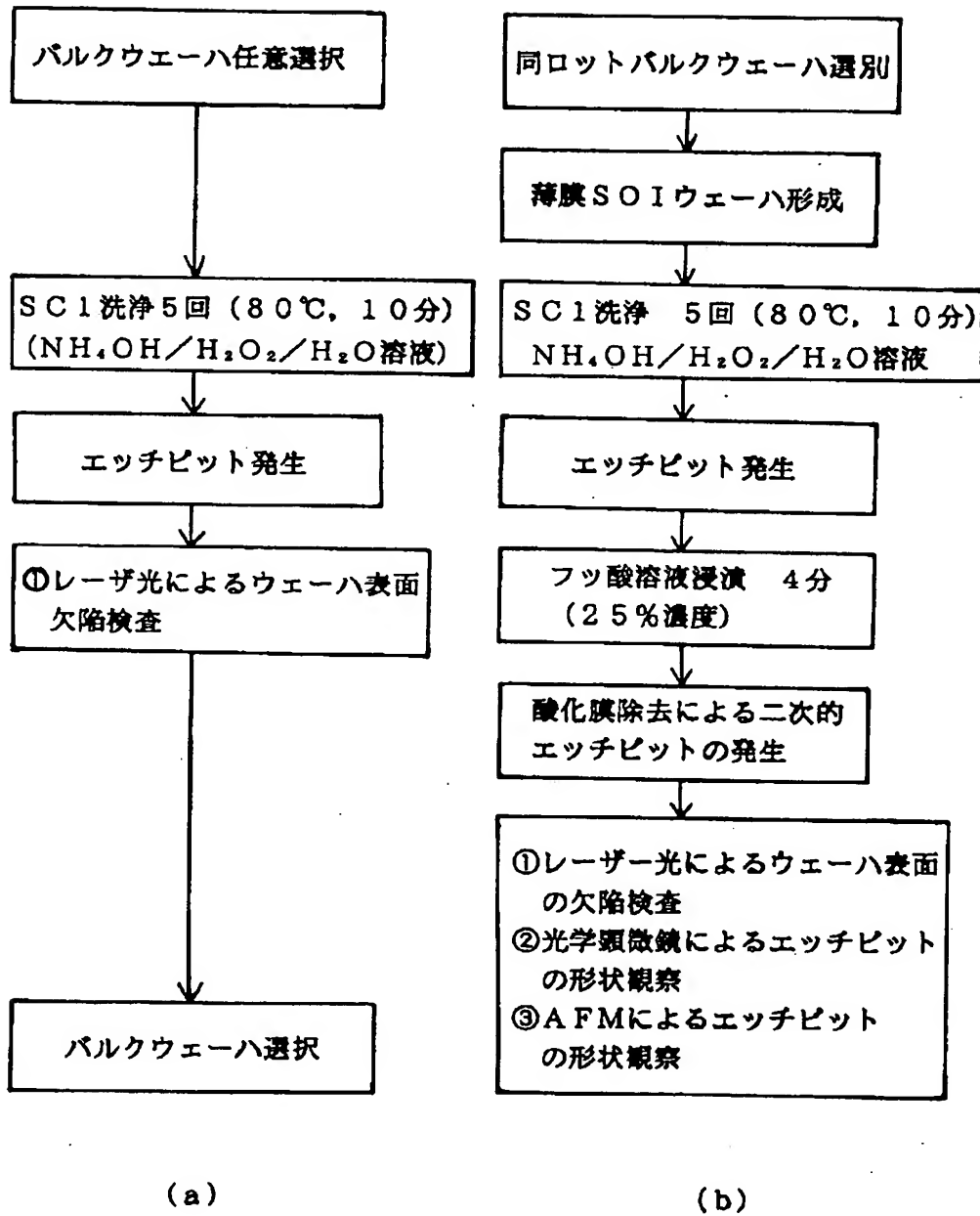
#### 【符号の説明】

- 1 第1の半導体ウエーハ
- 1a 酸化膜
- 2 第2の半導体ウエーハ
- 3 SOIウエーハ
- A バルクウエーハ
- A' SOIウエーハ
- B バルクウエーハ
- B' SOIウエーハ
- C バルクウエーハ
- C' SOIウエーハ
- s 欠陥
- p エッチピット
- p' 円状ピット

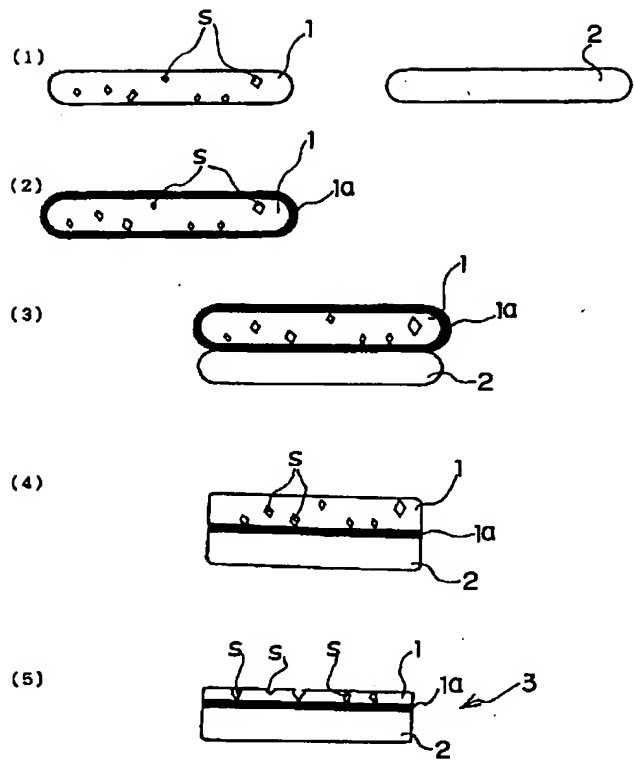
【図5】



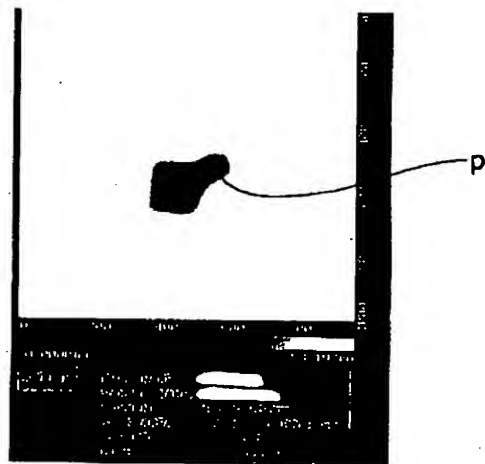
【図1】



【図2】



【図6】



【図3】

